

اثر خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر خواص فیزیکی خاک، جمعیت علف‌های هرز و عملکرد گندم دیم

احمد حیدری *

بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

چکیده

در این پژوهش، اثر سه روش خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی در سه تناوب گیاهی بر خواص فیزیکی خاک، تراکم علف‌های هرز و عملکرد گندم در ایستگاه تحقیقاتی تجرک (شهرستان کبودرآهنگ) بصورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۹۳-۱۳۹۱ بررسی شد. سیستم‌های خاک‌ورزی شامل (T₁-روش مرسوم (گاواهن برگرداندار+ سیکلوتیلر مجهز به غلطک)، T₂-خاک‌ورزی مرکب (تیغه‌های قلمی + غلطک)، T₃- خاک‌ورزی مرکب (تیغه‌های پنجه‌غازی + غلطک) و T₄-بدون خاک‌ورزی) در تناوب‌های، R₁-آیش-گندم، R₂-گندم-گندم و R₃-نخود-گندم به ترتیب به عنوان کرت‌های فرعی و اصلی مدنظر قرار گرفتند. در این آزمایش، برخی خواص فیزیکی خاک شامل جرم ویژه ظاهری خاک و شاخص مخروطی خاک و نیز تراکم علف‌های هرز و عملکرد و اجزای عملکردی گندم تعیین شدند. نتایج نشان داد که تناوب گیاهی و روش‌های خاک‌ورزی بر جرم ویژه ظاهری خاک و شاخص مخروطی خاک اثر معنی‌داری نداشت. اثر تناوب گیاهی بر جمعیت علف‌های هرز معنی‌دار نبود در حالیکه، خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر جمعیت علف‌های هرز داشت. خاک‌ورزی مرسوم (۲۲۷/۱ کیلوگرم در هکتار) و کشت مستقیم (۶۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار)، به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار علف‌هرز را داشتند. در سال خشک (۹۲-۱۳۹۱) عملکرد گندم در بی‌خاک‌ورزی بیشتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، فشردگی خاک، کشت مستقیم، گاواهن قلمی، مناطق سرد

مقدمه

حفظ خاک از فرسایش آبی و بادی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از آنجایی که اکثر خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک ایران از نظر ماده آلی ضعیف فقیر هستند، استفاده مداوم از خاک‌ورزی مرسوم (گاوا آهن برگرداندار) بر شدت کاهش ماده آلی خاک و از بین رفتن ساختمان آن افزوده است، بنابراین جایگزین نمودن خاک‌ورزی مرسوم با خاک‌ورزی حفاظتی (کم خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی) به منظور بهبود ساختمان خاک و افزایش ماده آلی آن تاکید شده است (میرزا شاهی و بازرگان، ۱۳۹۴). همچنین کاربرد فن‌آوری‌های مطلوبی همانند سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار می‌تواند سبب کند کردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی گردد.

امروزه یکی از مهمترین مشکلات کشور خشکسالی‌های اخیر و کاهش بارندگی‌ها و در نتیجه کاهش منابع آب است. توجه به بحران آب در کشور و به منظور استفاده مناسب از آب هر مدیریتی که بتواند تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد به طور یقین عملکرد و کارایی مصرف آب را افزایش خواهد داد. روش‌های متعددی برای کاهش تبخیر از سطح خاک وجود دارد، پژوهشگران زیادی از جمله صیادیان و بهشتی آل آقا (۱۳۸۴) و لیچ و الکایسی (۲۰۰۵) گزارش کرده‌اند که خاک‌ورزی حفاظتی رطوبت بیشتری را در خاک ذخیره نموده و ضمن کاهش تبخیر موجب افزایش نفوذ پذیری می‌شود. ارشد و

همکاران (۱۹۹۹) نیز اعلام نمودند که بقایای گیاهی در یک محیط اشباع از بخار آب می‌تواند ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن خود آب جذب کند، در صورتی که تحت همان شرایط، مواد رسی فقط ۱۵ تا ۲۰ درصد آب جذب می‌نمایند. از طرف دیگر، نیاز به افزایش تولید از طریق حذف سال آیش در اراضی دیم، به دلیل رشد روز افزون جمعیت و از طرفی محدودیت اراضی با بازده بالا، ضروری به نظر می‌رسد.

حبوبات یکی از محصولات قابل کشت در تناوب با گندم در شرایط دیم می‌باشد که می‌تواند جایگزین آیش گردد. در اکثر مناطق دیم بعد از برداشت حبوبات (جهت تهیه بستر بذر غلات) اجرای عملیات خاک‌ورزی عمیق توسط ادواتی نظیر گاوا آهن برگرداندار ضمن ایجاد کلوخه‌های درشت (بخصوص در خاک‌هایی با درصد رس بالا) موجب به سطح خاک آمدن بذور غلات قبلی و علف‌های هرز که هنوز قابلیت جوانه‌زنی را دارند می‌شود (Diekmenn et al., 1994).

لوپز و همکاران (۱۹۹۶) گزارش نمودند در سال‌های خشک، عملکرد گندم در روش بی‌خاک‌ورزی بیشتر از روش مرسوم بود و بر عکس در سال‌های پر باران، عملکرد گندم در روش خاک‌ورزی مرسوم بهتر بود. همچنین اثرات متقابل خاک‌ورزی و تناوب در سال‌های خشک معنی‌دار بوده به طوریکه به ترتیب تناوب نخود- گندم، باقلا- گندم، آیش- گندم نسبت به بقیه تناوب‌ها از عملکرد بالایی برخوردار بودند. در مطالعه دیگری گزارش شده است که بیشترین عملکرد گندم به ترتیب در تناوب‌های آیش

گاواهن قلمی به ترتیب ۱۴ و ۲۷ درصد بیشتر از خاک ورزی مرسوم بود.

حیدری (۱۳۹۱) گزارش نمود که اثر روش های خاک ورزی بر جرم ویژه ظاهری خاک و سرعت نفوذ آب به خاک معنی دار بوده است در حالیکه اثر معنی داری بر عملکرد گندم نداشت. مصدقی و همکاران (۲۰۰۴) اعلام نمودند که هم کود حیوانی و هم روش خاک ورزی می توانند بر خواص فیزیکی خاک موثر باشند. افضلی نیا و ذبیحی (۲۰۱۴) مشخص نمودند که روش های مختلف خاک ورزی تا اواسط فصل رشد می توانند بر جرم ویژه ظاهری خاک اثر معنی دار داشته باشند و از اواسط تا اواخر فصل رشد، جرم ویژه ظاهری خاک دیگر تحت تاثیر روش های خاک ورزی، تغییر نمی کند. همچنین عمق خاک و روش های خاک ورزی، اثر معنی دار بر شاخص مخروطی خاک دارند.

مقدار علف های هرز در روش کم خاک ورزی ۲ تا ۳ برابر خاک ورزی مرسوم گزارش شده است (Halvorson et al., 1999). در پژوهشی اثر روش های مختلف خاک ورزی و تناوب گیاهی بر تراکم علف های هرز بررسی شده و نتایج نشان داده است که اثر خاک ورزی بر حجم بذور علف های هرز بیشتر از تناوب گیاهی است. بیشترین تراکم بذور علف های هرز به ترتیب در سیستم های بی خاک ورزی، کم خاک ورزی و شخم با گاواهن قلمی در لایه های ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۴۵ سانتی متری خاک مشاهده شد. تناوب گیاهی اثر معنی داری روی حجم بذور علف هرز و یا توزیع آن در بین لایه های خاک نداشت

(۲۲۴۳ کیلوگرم در هکتار)، عدس بهاره (۲۲۳۲ کیلوگرم در هکتار) و نخود (۱۹۴۳ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (Cayci et al., 2008). کانترو مارتینز و همکاران (۲۰۰۷) نیز اعلام نمودند که اثر خاک ورزی حفاظتی بر عملکرد گندم با توجه به شرایط بارندگی منطقه می تواند متفاوت باشد به طوری که در مناطق خشک تر، خاک ورزی حفاظتی موثرتر بوده در حالیکه هرچه بارندگی ها مناسب تر شده، اثر خاک ورزی حفاظتی کاهش پیدا کرد. دستاورد سایر محققین در رابطه با اثرات بلند مدت تناوب های زراعی مختلف و روش های متفاوت خاک ورزی بیانگر افزایش عملکرد گندم در شرایط دیم به میزان ۷۸٪ در روش خاک ورزی حفاظتی نسبت به روش خاک ورزی مرسوم است (Mejhed and sander, 1998). نتایج طولانی مدت نشان داد که می توان گندم زمستانه را به طور موفقیت آمیز در سیستم های کشت یک ساله بدون استفاده از آیش بکار برد به خصوص اگر از سیستم های بدون خاک ورزی به همراه کود اضافه از ته استفاده شود (Halvorson et al., 1999). سیستم بی خاک ورزی با نگهداری بقایا یک مدیریت امکان پذیر برای بهبود ساختمان خاک و افزایش عملکرد گندم نسبت به روش خاک ورزی مرسوم و خارج کردن بقایا از سطح مزرعه می باشد (Fuentes et al., 1994). همت و اسکندری (۲۰۰۴) گزارش نمودند که در تناوب نخود-گندم، بیشترین عملکرد گندم با دستگاه پنجه غازی حاصل شد در صورتیکه بیشترین عملکرد نخود با روش بدون خاک ورزی با و بدون بقایا بدست آمد. عملکرد گندم و نخود در روش خاک ورزی با

با توجه به موفقیت آمیز بودن بکارگیری سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در زراعت دیم، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی در تناوب‌های مختلف گیاهی بر خواص فیزیکی خاک، عملکرد گندم و تراکم علف‌های هرز اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقاتی تجرک مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان در خاکی با بافت لوم رس سیلتی بصورت دیم و آبیاری تکمیلی اجرا شد. این ایستگاه در موقعیت جغرافیایی ۴۵° و ۴۸° طول شرقی و ۱۴° و ۳۵° عرض شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۰۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی بلند مدت محل آزمایش ۳۳۲/۷ میلی‌متر می‌باشد در حالی که میانگین بارندگی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، ۱۹۰ میلی‌متر و در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، ۱۷۰ میلی‌متر بود. (لازم به توضیح است که آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ تحت شرایط معمول دیم، در حالیکه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، آبیاری تکمیلی در سه مرحله (هر مرحله ۳۰ میلی‌متر در مجموع ۹۰ میلی‌متر) در بهار سال ۱۳۹۳ انجام شد. این تحقیق در قالب طرح آزمایشی کرت‌های خردشده در ۳ تکرار به اجرا درآمد. کرت اصلی، شامل تناوب گیاهی در سه سطح (R₁: آیش - گندم، R₂: گندم - گندم و R₃: نخود - گندم) و کرت فرعی شامل چهار سیستم خاک‌ورزی (T₁ - روش مرسوم (گاواهن برگرداندار + سیکلوتیلر مجهز به

(Barberi and Cascio, 2001). جمعیت علف‌های هرز در خاک‌ورزی مرسوم کمترین بوده و بیشترین تعداد بذور علف‌های هرز در عمق ۰-۱۵ سانتی‌متری خاک در بی‌خاک‌ورزی، مشاهده شده است (Gardina et al., 1991). وزن خشک علف‌هرز در سیستم بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم بیشتر گزارش شده است (Gangwar et al., 2006). گزارش‌های مشخص نمودند که تعداد زیادی از بذور علف‌های هرز اگر به طور عمیق دفن شوند قادر به جوانه‌زنی نخواهند بود (Ghauhan and Johnson, 2008). در روش بی‌خاک‌ورزی بیشترین تعداد بذور علف‌هرز روی سطح خاک یا نزدیک به آن رها می‌کند (Ghauhan et al., 2006) و این بر جمعیت علف‌های هرز موثر خواهد بود. خاک‌ورزی می‌تواند عامل‌های رشد (دما، رطوبت، تهویه و عناصر غذایی خاک) که روی آلودگی علف‌های هرز موثرند را تغییر دهد (El-Titi, 2003). گروبر و کلاپین (۲۰۰۹) اعلام نمودند که خاک‌ورزی با گاواهن قلمی در مقایسه با گاواهن برگرداندار، مقدار علف‌های هرز را افزایش می‌دهد. خاک‌ورزی عمیق با گاواهن برگرداندار به عنوان روش مناسب کنترل علف‌های هرز در کشاورزی ارگانیک توصیه شده است. اوزپینار (۲۰۰۶) گزارش نمود که جمعیت علف‌های هرز به ترتیب در تیمارهای دیسک، روتوتیلر و گاواهن برگرداندار بیشتر بوده و بیشترین عملکرد گندم از روش روتوتیلر و سپس گاواهن برگرداندار حاصل شد.

مستقیم دیم شرکت ماشین برزگر استفاده شد. تمام کود فسفات و دو سوم کود ازته در پاییز و مابقی کود ازته در بهار (جدول ۲) بر اساس توصیه کودی بخش تحقیقات خاک و آب به زمین داده شد. بقایای ایستاده گندم و نیز بقایای نخود بعد از انجام عملیات برداشت، برای کشت بعدی حفظ می شد. **روش اندازه گیری مقاومت مکانیکی خاک (شاخص مخروطی):** به منظور تعیین شاخص مخروطی خاک از دستگاه فروسنج با قطر مخروط ۱۲/۸۳ میلی متر و زاویه راس ۳۰ درجه استفاده شد. در هر کرت، در ۱۰ نقطه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر، شاخص مخروطی خاک اندازه گیری شد. این پارامتر بعد از اولین بارندگی موثر انجام شد (ASABE, 2006).

غلطک)، T₂- خاک ورز مرکب (تیغه های قلمی + غلطک)، T₃- خاک ورز مرکب (تیغه های پنجه غازی + غلطک) و T₄- بدون خاک ورزی (کشت مستقیم)) بود. ابعاد پلات ها ۱۰×۲۵ متر و فاصله بلوک ها از یکدیگر ۱۰ متر بود. نمونه خاک مرکب از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک قبل از کاشت تهیه و به آزمایشگاه خاک و آب منتقل شد. نتایج آزمایش خاک در جدول ۱ و سایر مشخصات (تاریخ کشت، مقدار بذر، کود و رقم گندم) در جدول ۲ و نیز مشخصات فنی ادوات مورد استفاده در جدول ۳ آورده شده است. کاشت گندم دیم در سه روش خاک ورزی (تیمارهای T₁، T₂ و T₃) با دستگاه عمیق کار مدل الوند شرکت ماشین برزگر انجام شد، همچنین در روش بی خاک ورزی (تیمار T₄)، از بذرکار کشت

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS/m)	واکنش خاک (pH)	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	ازت کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	بافت
۰-۳۰	۰/۸۴	۸/۰۵	۴/۹۵	۰/۳۸	-	۱۱/۲	۳۱۰	۴۹	۲۵	۲۶	شنی رسی لومی

جدول ۲- تاریخ کشت و سایر مشخصات

محل اجرا	سال	محصول کشت شده	تاریخ کشت	رقم گندم	مقدار بذر (کیلوگرم در هکتار)	کود مصرفی (کیلوگرم در هکتار)
تجرک	۹۳-۱۳۹۱	گندم	اواسط مهرماه	سرداری	۱۲۰	۷۵ (۱۴۶٪ ازت) آمونیم (۴۶٪ فسفر)

جدول ۳- مشخصات فنی ادوات مورد استفاده

نوع ماشین	عرض کار (سانتی متر)	مشخصات فنی
گاواهن برگرداندار	۹۰	سوار شونده، سه خیش، عرض برش هر خیش ۳۰ سانتی متر
گاواهن مرکب	۲۰۰	مجهز به تیغه های قلمی، پنجه غازی و غلطک- عرض کار ۲ متر- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان
سیکلوتیلر	۲۵۰	۱- مدل HRB 252D - مجهز به غلطک
عمیق کار	۲۳۰	۲- مدل الوند - ۱۳ ردیفه- فاصله بین ردیف (۱۷ سانتی متر)- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان
بدر کار کشت مستقیم	۲۹۵	سوار شونده- مدل (NT-DFD-11) - ۱۱ ردیفه- فاصله بین ردیف (۲۰ سانتی متر)- ساخت شرکت ماشین برزگر همدان

کرت بطور تصادفی، کادر به ابعاد ۵۰ × ۵۰ سانتی متر انداخته شده و تمام علف های هرز داخل کادر جمع آوری شد، پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن در فضای آزاد، وزن خشک علف های هرز اندازه گیری شدند.

نتایج و بحث

شاخص مخروطی خاک: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر خاک ورزی و تناوب گیاهی بر شاخص مخروطی خاک نشان داد که اثر خاک ورزی و تناوب گیاهی بر این شاخص معنی دار نبود (جدول ۴). با توجه به شکل ۱، تیمارهای T₁ و T₂ نسبت به بقیه تیمارها، باعث کاهش بیشتر این شاخص شده اند که این امر احتمالاً بدلیل شدت بیشتر بهم زدن خاک با روش خاک ورزی (گاواهن برگرداندار+سیکلوتیلر) و نیز به علت باریک بودن تیغه های قلمی و نفوذ بیشتر در خاک بخصوص در شرایط خشک بودن خاک باشد. افضلی نیا و ذبیحی

روش اندازه گیری جرم ویژه ظاهری خاک: برای تعیین جرم ویژه ظاهری خاک، نمونه های دست نخورده از عمق های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی متری خاک برداشت شد. سپس این نمونه ها توزین و به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ سانتیگراد نگهداری و مجدداً وزن شدند. برای محاسبه جرم ویژه ظاهری خاک از رابطه (۱) استفاده شد (علیزاده، ۱۳۷۸). این پارامتر بعد از اولین بارندگی موثر اندازه گیری شد.

$$BD = \frac{W_s}{V} \quad (1)$$

$$BD = \text{جرم ویژه ظاهری خاک} \left(\frac{g}{cm^3} \right)$$

$$W_s = \text{جرم خاک خشک (g)}$$

$$V = \text{حجم کل خاک (cm}^3\text{)}$$

اندازه گیری مقدار علف های هرز: در اوایل اردیبهشت ماه سال های ۹۲ و ۹۳ و قبل از مبارزه شیمیایی با علف های هرز، در ۱۰ نقطه از هر

نتایج بدست آمده با گزارشات افضل‌نیا و ذبیحی (۲۰۱۴) مصدقی و همکاران (۲۰۰۴) هماهنگ است. با توجه به نتایج، احتمالاً تناوب‌های گیاهی در کوتاه مدت قادر به تغییر برخی خواص فیزیکی خاک نباشند و نیاز به زمان بیشتر برای تاثیرگذاری باشد.

مقدار علف‌های هرز: نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر روش خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر تراکم علف‌های هرز (جدول ۶) نشان می‌دهد که اثر تناوب گیاهی بر این عامل معنی‌دار نبوده ولیکن اثر خاک‌ورزی بر این شاخص در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مقدار علف‌هرز در خاک‌ورزی مرسوم و کشت مستقیم به ترتیب با میانگین ۲۲۷/۱ و ۶۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار، کمترین و بیشترین را داشته‌اند (جدول ۷).

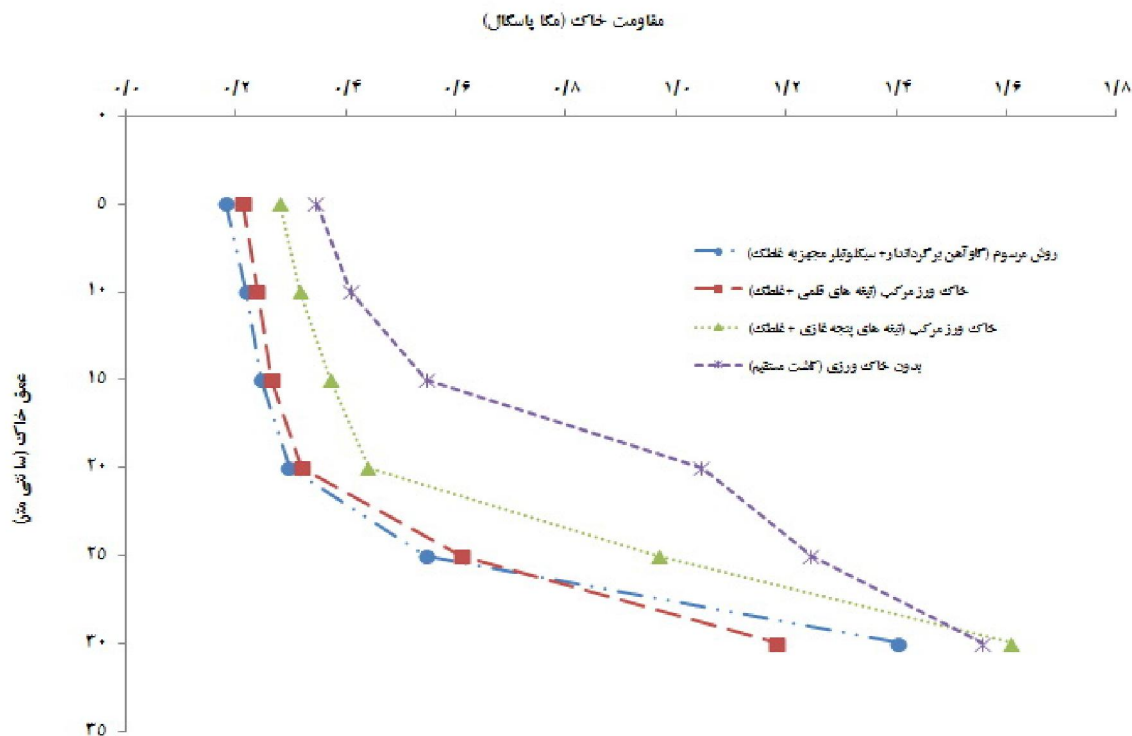
(۲۰۱۴) اعلام نمودند که شاخص مخروطی خاک تحت تاثیر روش خاک‌ورزی و عمق خاک می‌باشد. مصدقی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که گاواهن برگرداندار و بی خاک‌ورزی به ترتیب بیشترین و کمترین اثر را بر کاهش مقاومت خاک داشته‌اند.

جرم ویژه ظاهری خاک: نتایج تجزیه واریانس مرکب، اثر خاک‌ورزی و تناوب گیاهی نشان داد که اثر خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر این پارامتر معنی‌دار نبود (جدول ۵). تیمارهای T₁ و T₂ به ترتیب بیشترین اثر را بر کاهش جرم ویژه ظاهری خاک داشتند (شکل ۲). احتمالاً با توجه به شدت گسیختگی خاک توسط روش خاک‌ورزی T₁ و نیز نفوذ بهتر تیمار T₂ در خاک، این روش‌ها توانسته‌اند تاثیر بیشتری در کاهش جرم ویژه ظاهری خاک داشته باشند.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر شاخص مخروطی خاک

عمق خاک (سانتی‌متر)						درجه آزادی	منابع تغییرات
۳۰	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵		
۱۹/۸**	۱۰/۸*	۵/۴۸۸ ^{ns}	۲/۳۹۵*	۱/۶۵۲*	۱/۱۵۶*	۱	سال Y
۰/۱۸۵**	۰/۰۵۶**	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۶*	۰/۰۰۰۴*	۰/۰۰۳ ^{ns}	۴	R(Y)
۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۲	تناوب A
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۲*	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۲	YA
۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۸	خطا
۰/۶۵۹ ^{ns}	۱/۹۲ ^{ns}	۲/۲۳۹ ^{ns}	۰/۳۳۷ ^{ns}	۰/۱۳۴ ^{ns}	۰/۰۹۶ ^{ns}	۳	خاک‌ورزی B
۰/۶۵۲*	۱/۱۰۹**	۱/۱۹۴**	۰/۱۷۳**	۰/۰۹۹**	۰/۰۸**	۳	YB
۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۷ ^{ns}	۶	AB
۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۴ ^{ns}	۶	YAB
۰/۰۱۴	۰/۰۱۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳۶	خطا
۸/۲۷	۱۶/۰۱	۹/۲۳	۱۳/۹۲	۷/۵۴	۱۲/۲		ضریب تغییرات (درصد)

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪.

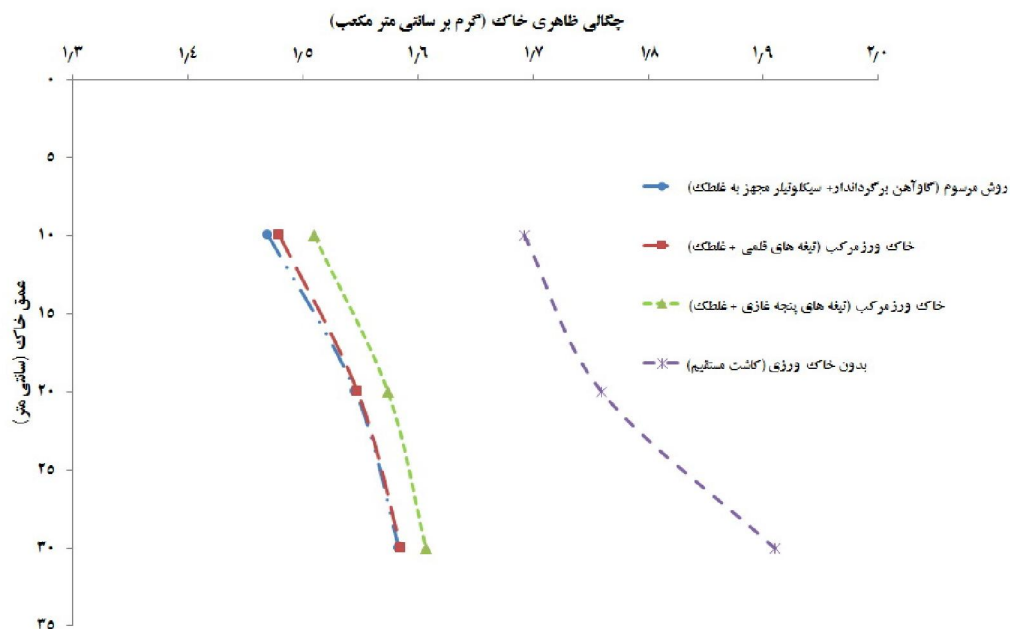


شکل ۱- تغییرات شاخص مخروطی خاک با عمق خاک در تیمارهای مختلف خاک و رزی

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب اثر روش خاک و رزی و تناوب گیاهی بر جرم ویژه ظاهری خاک

عمق خاک (سانتی متر)			درجه آزادی	منابع تغییر
۲۰-۳۰	۱۰-۳۰	۰-۱۰		
۰/۳۴۴**	۰/۱۱۳*	۰/۰۱۳ ^{ns}	۱	سال Y
۰/۰۰۴**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۴**	۴	R(Y)
۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	تناوب A
۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۵**	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲	YA
۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۸	خطا
۰/۴۵۸ ^{ns}	۰/۱۹*	۰/۱۹۴*	۳	خاک و رزی B
۰/۱۰۸**	۰/۰۱**	۰/۰۰۸**	۳	YB
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۶	AB
۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۶	YAB
۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳۶	خطا
			۷۱	مجموع
۳/۸۲	۲/۳۱	۲/۲۳		ضریب تغییرات (درصد)

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی دار در سطح ۱٪



شکل ۲- تغییرات چگالی ظاهری خاک با عمق خاک در تیمارهای مختلف خاک و ورزی

جدول ۶- تجزیه واریانس میزان علف هرز

میزان علف هرز	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۳۳۳۳۴۴/۵**	۱	سال Y
۵۵۴/۳ ^{ns}	۴	R(Y)
۲۶۹۱۲/۸ ^{ns}	۲	تناوب A
۲۲۶۵/۳**	۲	YA
۱۷۵	۸	خطا
۵۴۸۱۵۰/۶*	۳	خاک و ورزی B
۳۸۵۰۹/۴**	۳	YB
۹۹۷۵۰ ^{ns}	۶	AB
۱۰۳۳۹۰**	۶	YAB
۵۶۳/۸	۳۶	خطا
	۷۱	مجموع
۶/۳۵		ضریب تغییرات (درصد)

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی دار در سطح ۱٪.

نیز حاکی از افزایش علف‌های هرز در سیستم خاک و ورزی حفاظتی (بخصوص روش بی خاک و ورزی) نسبت به خاک و ورزی مرسوم بود. بنابراین نتیجه بدست آمده با گزارشات این محققین هماهنگ است. تیمار خاک و ورزی با

می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش شدت خاک و ورزی، میزان علف‌های هرز نیز کمتر شده است. همچنین شخم با گاوآهن برگرداندار بهتر توانسته است علف‌های هرز را کنترل نماید. نتایج دیگر محققین (Cardina *et al.*, 1991; Gruber and glaupein, 2009; Gangwar *et al.*, 2006)

دلیل انجام آبیاری تکمیلی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲، میزان علف‌های هرز در این سال بیشتر از سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ بوده است. می‌توان نتیجه گرفت که مقدار علف‌های هرز رابطه مستقیمی با میزان بارندگی دارد.

خاک‌ورز مرکب (قلمی+غلطک) در تناوب نخود-گندم با میانگین ۱۶۵/۸ کیلوگرم در هکتار کمترین تراکم علف‌های هرز و تیمار بدون خاک‌ورزی در تناوب آیش-گندم با میانگین ۶۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین تراکم علف‌های هرز را به خودشان اختصاص دادند. به

جدول ۷- مقایسه میانگین مقدار علف‌های هرز در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تناوب گیاهی

وزن خشک علف هرز (کیلوگرم در هکتار)			تناوب
میانگین (سال ۲)	۱۳۹۲-۹۳	۱۳۹۱-۹۲	
۳۹۰/۴ ^a	۵۴۱/۴ ^a	۲۳۹/۴ ^a	R ₁
۳۳۵/۶ ^b	۴۳۶/۷ ^b	۲۳۴/۵ ^a	R ₂
۳۹۶/۴ ^a	۵۵۲/۶ ^a	۲۴۰/۲ ^a	R ₃
خاک‌ورزی			
۲۲۷/۱ ^d	۳۴۱/۱ ^c	۱۱۳/۱ ^d	T ₁
۳۰۸/۳ ^c	۴۱۹/۸ ^b	۱۹۶/۹ ^c	T ₂
۳۳۴/۳ ^b	۴۴۷/۸ ^b	۲۲۰/۹ ^b	T ₃
۶۲۶ ^a	۸۳۲/۲ ^a	۴۲۱/۳ ^a	T ₄
		خاک‌ورزی	تناوب
۲۱۹/۸ ^e	۳۲۶/۷ ^{cd}	۱۱۳ ^c	T ₁
۴۹۲/۲ ^c	۷۸۷/۳ ^a	۱۹۷ ^b	T ₂
۲۱۲/۲ ^{ef}	۱۹۸/۳ ^{ef}	۲۲۶ ^b	T ₃
۶۳۷/۵ ^a	۸۵۳/۳ ^a	۴۲۱/۷ ^a	T ₄
۱۸۷/۵ ^{fg}	۲۶۱/۷ ^{de}	۱۱۳/۳ ^c	T ₁
۲۶۷ ^c	۳۴۱/۷ ^c	۱۹۲/۳ ^b	T ₂
۲۸۱/۲ ^d	۳۴۵ ^c	۲۱۷/۳ ^b	T ₃
۶۰۶/۸ ^b	۷۹۸/۳ ^a	۴۱۵/۳ ^a	T ₄
۲۷۴ ^d	۴۳۵ ^b	۱۱۳ ^c	T ₁
۱۶۵/۸ ^g	۱۳۰/۳ ^f	۲۰۱/۳ ^b	T ₂
۵۰۹/۷ ^c	۸۰۰ ^a	۲۱۹/۳ ^b	T ₃
۶۳۶ ^a	۸۴۵ ^a	۴۲۷ ^a	T ₄

R₁= تناوب آیش- گندم

R₂= تناوب گندم- گندم

R₃= تناوب نخود- گندم

T₁= روش مرسوم (گاو آهن برگرداندار + سیکلوتیلر مجهز به غلطک)

T₂= خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های قلمی + غلطک)

T₃= خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های پنجه‌غازی + غلطک)

T₄= بدون خاک‌ورزی (کاشت مستقیم)

مستقیم و در سال‌های تر، روش مرسوم می‌توانند عملکرد بیشتری داشته باشند. نتایج بدست آمده با گزارشات لوپز و همکاران (۱۹۹۶) و کانتر و مارتینز و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همچنین اثر تناوب گیاهی بر عملکرد گندم معنی‌دار نشد. غفاری (۱۳۸۱) نیز گزارش کرد که اثر تناوب گیاهی (گندم سرداری با آفتابگردان روغنی، نخود و آیش) بر عملکرد گندم در شرایط دیم معنی‌دار نبوده است. نجم‌الدینی (۱۳۸۷) نیز پس از بررسی تناوب‌های گیاهی مختلف با گندم دیم، تناوب آیش حفاظت شده - گندم را برای سال‌های خشک توصیه نمود. همچنین برای سال‌هایی که میزان بارندگی در حد نرمال (۳۵۰ میلی‌متر) یا بیشتر باشد و از پراکنش مناسبی بویژه در اردیبهشت ماه برخوردار باشد تناوب نخود- گندم را پیشنهاد کرد.

عملکرد و اجزای عملکردی گندم: نتایج تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین‌های اثر خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکردی گندم در جداول ۸، ۹ و ۱۰ نشان داده شده است. اثر تناوب گیاهی و خاک‌ورزی و نیز اثرات متقابل آنها بر عملکرد بیولوژیکی، دانه و اجزای عملکرد گندم معنی‌دار نشدند. اما اثر متقابل سال در خاک‌ورزی و سال در تناوب معنی‌دار بود. در سال خشک ۹۲-۱۳۹۱، تیمارهای T₄ (روش بی‌خاک‌ورزی) و T₂ (گاوا آهن قلمی) بیشترین عملکرد دانه گندم را داشتند در حالیکه در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ که آبیاری تکمیلی انجام شد تیمارهای T₁ و T₃ (شخم با گاوا آهن برگرداندار) بیشترین عملکرد گندم را بخود اختصاص دادند. می‌توان نتیجه گرفت که در سال‌های خشک، روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بخصوص کشت

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات) اثر تیمار بر عملکرد و بعضی صفات زراعی گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیکی	عملکرد دانه	تعداد بوته در متر مربع	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله
سال Y	۱	۴۳۴۷۹۵۶۴۵/۷ ^{**}	۳۸۸۳۴۴۸۴/۵ ^{**}	۲۱۹۸۳۵۵ ^{**}	۱۹۴۷/۹ [*]	۱ ^{ns}
R(Y)	۴	۳۹۰۵۶۷/۴ ^{ns}	۲۲۳۹۶/۱ ^{ns}	۶۹۹/۵ ^{ns}	۱۱/۶ [*]	۴/۶ [*]
تناوب A	۲	۲۵۷۱۲۸/۴ ^{ns}	۵۸۷۰۴/۴ ^{ns}	۲۲۱۳/۹ ^{ns}	۴۶/۷ ^{ns}	۲۲/۲ ^{ns}
YA	۲	۲۴۲۲۶۵۵/۱ ^{**}	۲۲۱۷۹۲/۴ ^{**}	۱۵۹۱/۵ ^{ns}	۸۲/۹ ^{**}	۶۵/۹ ^{**}
خطا	۸	۲۴۲۰۸۳/۵	۲۲۱۵۰/۵	۶۳۷/۷	۲/۳	۰/۸
خاک‌ورزی B	۳	۱۶۹۲۵۷۲/۵ ^{ns}	۶۵۹۹۲/۳ ^{ns}	۱۰۷۱/۴ ^{ns}	۲۵/۲ ^{ns}	۵/۴ ^{ns}
YB	۳	۳۴۶۱۰۶۳/۶ ^{**}	۲۲۵۰۲۹/۴ ^{**}	۵۰۱۸/۶ ^{**}	۶۰/۲ ^{**}	۲۸/۹ ^{**}
AB	۶	۸۶۸۵۹۹/۲ ^{ns}	۳۳۴۲۳/۷ ^{ns}	۹۶۸/۴ ^{ns}	۲۷/۹ ^{ns}	۸/۳ ^{ns}
YAB	۶	۹۳۶۱۹۰/۳ ^{ns}	۵۳۹۲۲/۲ ^{ns}	۱۱۹۸ [*]	۲۸/۱ ^{**}	۶/۶ ^{**}
خطا	۳۶	۴۲۶۴۴۰/۷	۲۷۲۰۴/۹	۳۹۹/۶	۲/۰۹	۱/۲
مجموع	۷۱					
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۵۹	۱۲/۳۷	۷/۹۹	۴/۲۳	۱۰/۴۵

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار، تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ و تفاوت معنی‌دار در سطح ۱٪.

پرندگان (کلاغ) در سال اول به محصول نخود وارد نمودند متاسفانه عملکرد مناسبی از محصول نخود حاصل نشد، بنابراین احتمالاً در این سال نخود نتوانسته است تاثیر مثبتی روی گندم داشته باشد و نیز ممکن است باعث تخلیه رطوبتی خاک نیز شده باشد.

در سال اول آزمایش، اثر تناوب گیاهی بر عملکرد گندم معنی دار بود و عملکرد گندم در تناوب گندم - گندم نسبت به دو تناوب دیگر بیشتر بود. در سال دوم اگرچه اثر تناوب گیاهی بر عملکرد معنی دار نبود ولیکن عملکرد گندم در تناوب های آیش - گندم و نخود - گندم بیشتر از تناوب گندم - گندم بود. با توجه به بارندگی کم و نیز خسارتی که

جدول ۱۰- مقایسه میانگین عملکرد گندم در تناوب ها و روش های مختلف خاک ورزی

تناوب	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)		میانگین (سال)
	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۲	۱۳۹۳	
R ₁	۶۰۵/۳ ^b	۲۱۳۵/۱ ^a	۱۷۵۶/۹ ^b	۶۸۵۶/۷ ^a	۴۳۰۶/۸ ^a
R ₂	۷۱۴/۳ ^a	۱۹۶۳/۸ ^a	۲۰۱۲/۶ ^a	۶۲۲۰ ^a	۴۱۱۶/۳ ^a
R ₃	۴۷۷/۱ ^c	۲۰۸۵/۳ ^a	۱۴۲۲/۸ ^c	۶۸۶۰ ^a	۴۱۴۱/۴ ^a
خاک ورزی					
T ₁	۵۵۲/۴ ^c	۲۱۳۵/۱ ^{ab}	۱۶۰۷/۴ ^c	۶۷۶۸/۹ ^{ab}	۴۱۸۸/۲ ^{ab}
T ₂	۶۱۲ ^b	۱۹۰۲/۳ ^b	۱۷۷۱/۳ ^b	۵۹۵۵/۶ ^b	۳۸۶۳/۴ ^b
T ₃	۵۴۰/۳ ^c	۲۲۶۸/۶ ^a	۱۵۷۴/۴ ^c	۷۶۲۴/۴ ^a	۴۵۹۹/۴ ^a
T ₄	۶۹۰/۷ ^a	۱۹۶۴/۸ ^{ab}	۱۹۶۹/۸ ^a	۶۲۳۳/۳ ^b	۴۱۰۴/۶ ^b
خاک ورزی					
R ₁	T ₁	۵۷۸/۳ ^e	۱۳۶۹ ^{abc}	۶۴۸۶/۷ ^{ab}	۴۰۹۴/۲ ^{bcd}
	T ₂	۵۹۵ ^{de}	۱۳۴۰/۲ ^{abc}	۱۷۲۷ ^{cd}	۴۲۲۶/۸ ^{bcd}
	T ₃	۵۹۵ ^{de}	۲۴۰۵/۳ ^a	۱۷۲۸/۷ ^{cd}	۸۲۶۰ ^a
	T ₄	۶۵۲/۷ ^c	۱۹۶۵/۷ ^{ab}	۱۸۷۰/۳ ^{bc}	۵۹۵۳/۳ ^{ab}
R ₂	T ₁	۶۸۵/۷ ^b	۱۳۱۳/۷ ^{abcd}	۱۸۸۸ ^b	۳۹۲۰/۷ ^{cd}
	T ₂	۷۹۰ ^a	۱۷۴۲/۷ ^b	۲۲۲۰/۷ ^a	۵۳۷۳/۳ ^b
	T ₃	۵۷۹ ^e	۲۳۳۸/۷ ^{ab}	۱۶۸۹/۷ ^d	۷۷۲۰ ^{ab}
	T ₄	۸۰۲ ^a	۱۸۳۲ ^{ab}	۱۳۱۷/۲ ^{abcd}	۵۸۳۳/۳ ^{ab}
R ₃	T ₁	۳۹۳ ^g	۲۳۰۴ ^{ab}	۱۳۴۸/۷ ^{abcd}	۴۵۴۹/۷ ^{ab}
	T ₂	۵۴۱ ^f	۱۸۷۹ ^{ab}	۱۱۶۵ ^d	۳۵۶۶/۵ ^d
	T ₃	۴۴۷ ^f	۲۰۶۱/۷ ^{ab}	۱۲۵۴/۳ ^{cd}	۶۸۹۳/۳ ^{ab}
	T ₄	۶۱۷ ^d	۲۰۹۶/۷ ^{ab}	۱۳۵۶/۸ ^{abcd}	۶۹۱۳/۳ ^{ab}

T₁ = روش مرسوم (گاوا آهن برگرداندار + سیکلوتیلر مجهز به غلطک)

T₂ = خاک ورز مرکب (تیغه های قلمی + غلطک)

T₃ = خاک ورز مرکب (تیغه های پنجه غازی + غلطک)

T₄ = بدون خاک ورزی (کاشت مستقیم)

R₁ = تناوب آیش - گندم

R₂ = تناوب گندم - گندم

R₃ = تناوب نخود - گندم

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اجزا عملکردی گندم در تناوب‌ها و روش‌های مختلف خاک‌ورزی

تناوب	تعداد بوته در مترمربع			وزن هزار دانه			تعداد دانه در خوشه		
	۱۳۹۲	۱۳۹۳	میانگین	۱۳۹۲	۱۳۹۳	میانگین	۱۳۹۲	۱۳۹۳	میانگین
R ₁	۷۵/۸ ^a	۴۴۳/۶ ^a	۲۵۹/۷ ^a	۴۲/۷ ^c	۳۶/۶ ^a	۳۹/۶ ^b	۱۲ ^a	۱۰/۵ ^{ab}	۱۱/۲ ^a
R ₂	۷۸/۲ ^a	۴۲۲/۳ ^{ab}	۲۵۰/۳ ^{ab}	۴۷/۸ ^a	۳۵/۶ ^a	۴۱/۷ ^a	۱۱/۸ ^a	۹ ^b	۱۰/۵ ^b
R ₃	۷۲/۳ ^a	۴۰۸/۸ ^b	۲۴۰/۵ ^b	۴۵/۶ ^b	۳۲/۶ ^b	۳۹/۱ ^b	۷/۶ ^b	۱۱/۱ ^a	۹/۳ ^c
خاک‌ورزی									
T ₁	۵۹/۷ ^d	۴۲۶/۴ ^{ab}	۲۴۳/۱ ^b	۴۲/۳ ^c	۳۶/۶ ^a	۳۹/۵ ^b	۹/۷ ^b	۱۰/۷ ^a	۱۰/۲ ^b
T ₂	۸۰/۹ ^b	۴۱۹/۳ ^{ab}	۲۵۰/۱ ^{ab}	۴۵/۴ ^b	۳۲/۲ ^b	۳۸/۹ ^b	۹/۹ ^b	۱۰/۷ ^a	۱۰/۳ ^b
T ₃	۶۸/۷ ^c	۴۵۳/۱ ^a	۲۶۰/۹ ^a	۴۶ ^b	۳۶/۸ ^a	۴۱/۴ ^a	۹/۱ ^c	۱۰/۴ ^a	۹/۷ ^b
T ₄	۹۲/۴ ^a	۴۰۰/۷ ^b	۲۴۶/۶ ^b	۴۷/۵ ^a	۳۴/۲ ^{ab}	۴۰/۹ ^a	۱۳/۱ ^a	۹/۱ ^a	۱۱/۱ ^a
تناوب	خاک‌ورزی								
	T ₁	۶۹ ^d	۴۲۷/۷ ^{abc}	۲۴۸/۳ ^{bcd}	۴۲/۸ ^d	۳۹/۴ ^{ab}	۴۱/۱ ^{ab}	۱۰/۸ ^{bc}	۱۱/۱ ^{ab}
R ₁	T ₂	۸۸/۷ ^b	۴۶۷/۳ ^{ab}	۲۷۸ ^a	۴۲/۲ ^d	۳۳/۱ ^{cd}	۳۷/۶ ^d	۱۱/۴ ^b	۱۱ ^{ab}
	T ₃	۵۹/۷ ^e	۴۷۳ ^a	۲۶۶/۳ ^{abc}	۴۲/۳ ^d	۴۱ ^a	۴۱/۷ ^{ab}	۱۱/۴ ^b	۱۱/۳ ^a
	T ₄	۸۶ ^{bc}	۴۰۶/۳ ^{abc}	۲۴۶/۲ ^{cd}	۴۳/۴ ^d	۳۲/۷ ^{cd}	۳۸/۱ ^d	۱۴/۴ ^a	۱۱/۶ ^a
	T ₁	۶۶ ^{de}	۴۳۱/۳ ^{abc}	۲۴۸/۷ ^{bcd}	۴۷/۳ ^{bc}	۳۶/۵ ^{abcd}	۴۱/۹ ^{ab}	۱۱/۵ ^b	۹/۱ ^b
R ₂	T ₂	۸۸ ^b	۳۹۱/۳ ^c	۲۳۹/۷ ^d	۴۷/۶ ^b	۳۲/۹ ^{cd}	۴۰/۳ ^{bc}	۱۱/۶ ^b	۱۱/۵ ^a
	T ₃	۶۷/۳ ^{de}	۴۷۲ ^a	۲۶۹/۷ ^{ab}	۴۵/۵ ^c	۳۷/۴ ^{abc}	۴۱/۴ ^{ab}	۱۰/۳ ^c	۱۰/۵ ^a
	T ₄	۹۱/۳ ^b	۳۹۴/۷ ^{bc}	۲۴۳ ^{cd}	۵۰/۸ ^a	۳۵/۸ ^{abcd}	۴۳/۳ ^a	۱۳/۹ ^a	۱۰/۸ ^a
	T ₁	۴۴ ^f	۴۲۰/۳ ^{abc}	۲۳۲/۲ ^d	۳۶/۹ ^e	۳۳/۸ ^{bcd}	۳۵/۳ ^c	۶/۸ ^d	۱۰/۵ ^a
R ₃	T ₂	۶۶ ^{de}	۳۹۹/۳ ^{abc}	۲۳۲/۷ ^d	۴۶/۷ ^{bc}	۳۰/۷ ^d	۳۸/۷ ^{cd}	۹/۸ ^{bc}	۸/۳ ^{bc}
	T ₃	۷۹ ^c	۴۱۴/۳ ^{abc}	۲۴۶/۷ ^{bcd}	۵۰/۳ ^a	۳۲ ^{cd}	۴۱/۱ ^b	۹/۶ ^{bc}	۷/۶ ^c
	T ₄	۱۰۰ ^a	۴۰۱ ^{abc}	۲۵۰/۵ ^{bcd}	۴۸/۴ ^b	۳۴/۱ ^{bcd}	۴۱/۳ ^b	۱۱ ^{bcp}	۱۰/۹ ^a

T₁=روش مرسوم (گاوا آهن بر گرداندار+سیکلوتیلر مجهز به غلطک)

T₂=خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های قلمی + غلطک)

T₃=خاک‌ورز مرکب (تیغه‌های پنجه‌غازی + غلطک)

T₄=بدون خاک‌ورزی (کاشت مستقیم)

R₁=تناوب آیش- گندم

R₂=تناوب گندم- گندم

R₃=تناوب نخود- گندم

همکاران (۲۰۰۸) عدم بهره‌مندی گندم بعد از نخود را به دلیل تلقیح نکردن نخود یا خاک با باکتری اعلام نمودند. احتمالاً در سال اول، اثرات منفی کشت متوالی گندم در مقایسه با دو تناوب دیگر هنوز آشکار نشده باشد اما در سال دوم، عملکرد گندم در تناوب گندم-گندم نسبت به دو تناوب

عبدالهی (۱۳۹۵) گزارش کرد که عملکرد گندم در همه تناوب‌ها (گندم-گندم، آیش-گندم، نخود-گندم، ماشک-گندم و گلرنگ-گندم) یکسان بوده است که می‌تواند به این دلیل باشد که اثرات منفی کشت متوالی گندم در مقایسه با سایر تناوب‌ها هنوز نمایان نشده است. دوگان و

معنی دار نبود. تناوب گیاهی بر مقدار علف‌های اثر
معنی‌داری نداشت در حالیکه اثر خاک‌ورزی بر
این شاخص معنی‌دار بود، بطوریکه خاک‌ورزی
مرسوم (شخم با گاوآهن برگرداندار) و
بی‌خاک‌ورزی به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار
علف‌های هرز را بخود اختصاص دادند. اثر
خاک‌ورزی و تناوب گیاهی بر عملکرد دانه گندم
معنی‌دار نشد. با توجه به نتایج بدست آمده، با
مدیریت مناسب کنترل علف‌های هرز می‌توان
روشهای کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی را
جایگزین روش خاک‌ورزی مرسوم به خصوص
در سال‌های خشک نمود.

دیگر کاهش یافت و ممکن است در صورت ادامه
پروژه مذکور و بارندگی مناسب، عملکرد گندم در
تناوب نخود - گندم بیشتر افزایش یابد. محققین
زیادی تناوب نخود - گندم را در شرایط دیم به
دلیل مزایایی همچون تثبیت ازت در خاک، کاهش
فرسایش بادی و آبی خاک، بهبود ساختمان خاک
و کاهش مصرف کود توصیه نموده‌اند (حقیقی
ملکی، ۱۳۸۴؛ فصیحی و همکاران، ۱۳۸۵؛ غفاری،
۱۳۸۱؛ عبدالمهدی، ۱۳۹۵).

نتیجه گیری

اثر تناوب گیاهی و روش‌های خاک‌ورزی بر
شاخص مخروطی خاک و جرم ویژه ظاهری خاک

منابع

- بایوردی محمد. ۱۳۸۳. اصول مهندسی آبیاری. انتشارات دانشگاه تهران.
- حقیقی ملکی اکبر. ۱۳۸۴. بررسی جایگاه عدس و نخود در تناوب زراعی گندم دیم. اولین همایش ملی
حبوبات. مشهد. دانشگاه فردوسی مشهد.
- حیدری احمد. ۱۳۹۱. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم و برخی خواص فیزیکی خاک در
تناوب نخود - گندم در اراضی دیم استان همدان. مجله مهندسی بیوسیستم ایران. (۴۳) ۲، ص ۱۵۱-۱۴۳.
- صیادیان کیومرث، بهشتی آل آقا علی. ۱۳۸۴. بی‌خاک‌ورزی و چالشهای پیشرو. انتشارات دانشگاه رازی،
چاپ اول.
- عبدالمهدی عبدالوهاب. ۱۳۹۵. تاثیر تناوب‌های زراعی مختلف بر عملکرد دانه و برخی خصوصیات زراعی
گندم (*Triticum aestivum* L.) در شرایط دیم کرمانشاه. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. (۳) ۸، ص ۳۸۴-۳۷۳.
- علیزاده امین. ۱۳۷۸. رابطه آب خاک گیاه. چاپ اول. انتشارات دانشگاه امام رضا. مشهد. ص ۱۴۹-۱۴۶.
- غفاری عبدالمهدی. ۱۳۸۱. بررسی تناوب گندم سرداری با آفتابگردان روغنی، نخود و آیش در شرایط دیم.
نشریه نهال و بذر. ۲(۱۸). ص ۱۴۳-۱۳۰.
- فصیحی خلیل، طهماسبی سروستانی زین‌الدین، آقا علیخانی مجید، مدرس ثانوی، سید علی محمد. ۱۳۸۵.
بررسی تناوب گندم پاییزه با گلرنگ، نخود و آیش در شرایط دیم. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح
نباتات. کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

میرزاشاهی کامران، بازرگان کامبیز. ۱۳۹۴. مدیریت ماده آلی خاک. نشریه فنی شماره ۵۳۵. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب.

نجم‌الدینی نادر. ۱۳۸۷. تعیین تناوب زراعی مناسب برای گندم دیم در استان کردستان. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. تهران. پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

Afzalnia S, Zabihi J. 2014. Soil compaction variation during corn growing season under conservation tillage. *Soil and Tillage Research* 137: 1-6.

Arshad MA, Franzluebbbers Aj, Gill KS. 1999. Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation, and zero tillage. *Soil and Tillage Research* 50:47-53.

ASABE. 2006. EP542 Feb 99. Procedures for Using and Reporting Data Obtained with the Soil Cone Penetrometer. Mich: ASABE, St. Joseph.

Barberi P, Lo Cascio B. 2001. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seed bank size and composition. *Weed Research* 41(4): 325-340.

Cardina J, Regnier E, Harrison K. 1991. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. *Weed Science* 39:186-194.

Cantero-Martinez C, Anges P, Lampurlanes J. 2007. Long-term yield and water use efficiency under various tillage system in Mediterranean rainfed conditions. *Annals of Applied Biology* 150(3): 293-305.

Cayci G, Heng LK, Ozturk HS, Surec D, Kutuk C. 2008. Crop yield and water use efficiency in semi-arid region of Turkey. *Soil and Tillage Research* 103(1): 65-72.

Dalal RC, Strong W, Weston M, Cooper EJ. 1998. Sustaining productivity of a Vertisol at Warra, Queensland, with fertilizer, no-tillage, or legumes. Wheat yields, nitrogen benefits and water-use efficiency of chickpea-wheat rotation. *Australian Journal of Experimental-Agriculture* 38(5): 489-501.

Diekmenn J, Bansal RK, Moonroe GE. 1994. Developing and delivering mechanization for cool season food legume. *Plant Science and Biotechnology in Agriculture* 19:517-528.

Dogan R, Goksoy TA, Yagdi K, Turan MZ. 2008. Comparison of the effects of different crop rotation systems on winter wheat and sunflower under rain-fed conditions. *African Journal of Biotechnology* 7: 4076-4082.

El-Titi A. (Ed). 2003. *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton. Erenstein, O., Laxmi, V. 2008. Zero tillage impacts in Indias rice-wheat system: a review. *Soil and Tillage Research* 100: 1-14.

Fuentes M, Govaerts B, De Leon F, Hidalgo C, Dendooven L. 2009. Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality. *Euro Journal of Agronomy* 30(3): 228-237.

Licht, MA, Al-Kaisi M. 2005. Corn response, nitrogen uptake and water use in strip-tillage compared with no-tillage and chisel plow. *Agron Journal* 97:705-710

Gangwar KS, Singh KK, Sharma SK, Tomar OK. 2006. Alternative tillage and crop residue management in wheat after rice in sandy loam soils of Indo-Gangetic Plains. *Soil and Tillage Research* 88: 242-252.

- Ghauhan BS, Gill G, Preston C. 2006. Influence of tillage systems on vertical distribution, seeding recruitment and persistence of rigid rye grass (*Lolium rigidum*) seed bank. *Weed Science* 54: 669-676.
- Ghauhan BS, Johnson DE. 2008. Germination ecology of southern crabgrass (*Digitaria ciliaris*) and Indian crabgrass (*Digitaria Longiflora*): two important weeds of rice in tropics. *Weed Science* 56: 722-728.
- Gruber S, Claupein W. 2009. Effect of tillage intensity on weed infestation in organic farming. *Soil and Tillage Research* 105(1): 104-111.
- Halvorson AD, Blak AL, Krupinsky JM, Merrill SD. 1999. Dryland winter wheat response to tillage and nitrogen within an annual cropping system. *Agron Journal* 91: 702-707.
- Hemmat A, Eskandari I. 2004. Tillage system effects upon productivity winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. *Soil and tillage Research* 78(11):69-81.
- Jones OR, Popham TW. 1997. Cropping and tillage systems for dryland grain production in the southern high plains. *Agronomy Journal* 89 (2): 222-232.
- Lopez-Bellido L, Fuentes M, Castillo JE, Fernandez EJ. 1996. Long-term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. *Agronomy Journal* 88 (5): 783-791.
- Mejahed EI, Sander KDH. 1998. Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain fed crop rotation in semiarid Morocco. *Proceeding of third European conference on grain legumes. Opportunities for high quality, healthy and added-value crops to meet European demands. Valladolid, Spain, 442-454.*
- Mosaddeghi MR, Mahboubi AA, Safadoust A. 2004. Corn root length density as affected by soil physical properties due to different manure and short- term tillage systems. *CiGR International Conference. Beijing. China.*
- Ozpinar S. 2006. Effect of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the Mediterranean dryland conditions. *Soil and Tillage Research* 87(1):1-8.

Effects of tillage systems and crop rotations on soil physical properties, weed population and wheat grain yield under rainfed condition

A. Heidari*

Department of Agricultural Engineering, Research Agricultural and Natural Resource and Education center, Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Hamedan, Iran

Abstract

An experiment was conducted to determine the effects of three tillage systems and no till in three crop rotations on soil physical properties, weed population and wheat yield in Tajarak Research Station (Kaboudarahang Township), Hamedan, as split plot experiment on the basis of RCBD with three replications in growing seasons 2012 to 2014. Tillage methods including (T1) conventional tillage (moldboard plow + cyclotiller equipped with roller), (T2) combination tiller (chisel plow equipped with roller), (T3) combination tiller (sweep plow equipped with roller) and (T4) direct drilling and crop rotations including: (R1) fallow-wheat, (R2) wheat-wheat (R3) chickpea-wheat were arranged in sub and main plots, respectively. Some of soil physical properties including: bulk density and cone index and also weed density, yield and yield components of wheat were determined. The results showed that crop rotations and soil tillage methods had not significantly effect on cone index and bulk density. The effect of crop rotation on weed populations was not significant, but the effect of soil tillage methods on this trait was significant. Conventional tillage (227.1 kg/ha) and direct cropping (626.8 kg/ha) had the lowest and highest weeds quantity, respectively. In dry year (2012-13), wheat grain yield under direct drilling was greater than conventional tillage.

Keywords: Conservation tillage, soil compaction, direct drilling, chisel plow, cold areas

* Corresponding author: heidari299@yahoo.com Received: 2018/07/23 Accepted: 2019/02/10